

ванных людей, и именно она стала самой успешной элитой России: спасла её от краха 1917 г., воссоздала разваливавшееся на глазах государство, восстановила за 10 лет её экономику и финансо-

вую систему, решила многие другие сложные проблемы.

*Я.Г. РОКИТЯНСКИЙ,
кандидат исторических наук*

А.С. Керженцев. Функциональная экология.

М.: Наука, 2006. 259 с.

Вышла интересная, нестандартная книга по экологии, выделяющаяся в мощном потоке современной литературы по данной проблематике, в частности, интегральным подходом к определению объекта исследований и содержания экологии как фундаментальной науки. В концепции автора экология представлена не как отрасль биологии, а как интегральная научная дисциплина, объединяющая знания и научный аппарат многих научных дисциплин естественного, технического и даже социального профиля.

“Функциональная экология” – не узконаправленная монография, в ней содержится активный призыв к изменению взаимоотношений человека и природы, причём у этого изменения нет альтернатив. До тех пор, пока мировая экономика будет развиваться за счёт невозполнимых изъятий из природы, пока ежегодные потери почвенных ресурсов будут возрастать, а они уже сейчас превышают 18 млн. га, человек практически приговорён к уничтожению, хотя уверен, что выход есть. Необходимо вернуться к цикличности во взаимодействии растительного мира и почвы. Иными словами, человек должен перестать быть только консументом и взять на себя часть функций продуцентов и редуцентов.

Определения очень простые и точные. Экология – наука об экосистемах. Ландшафтная экология изучает структуру экосистем и законы их изменчивости в пространстве, а функциональная экология – механизм функционирования экосистем и законы их изменчивости во времени. Термин “функциональная экология” – новый для отечественной научной литературы, хотя в Великобритании уже 15 лет выходит журнал “Functional Ecology” и пользуется большой популярностью у зарубежных экологов. В России он малоизвестен даже специалистам.

Рецензируемая книга – уникальный пример плодотворного взаимодействия естественных, технических и социоэкологических наук. Автор приглашает экологов и биологов взглянуть на живые системы, полные загадок и неопределённостей, через прагматическую призму технических наук.

ранес недоступную из-за противопоставления человека природе. На самом деле человек – дитя природы, он создал технику в интересах собственного жизнеобеспечения, для освоения недоступных ресурсов и пространств (территории, акватории, космос). С вершины технических достижений человечества открывается совершенно новая картина мироздания и свойств живой материи. Например, генетический код, заложенный природой в зародыши растительных или животных организмов, можно рассматривать как аналог технической документации изготовления технических систем. Для анализа природных систем с таких позиций предложен принцип технико-биологических аналогий, который позволяет использовать дедуктивный метод для анализа природных систем.

С этой точки зрения, все живые системы (клетка, организм, экосистема, биосфера) имеют единый универсальный механизм функционирования – метаболизм, обмен вещества и энергии. Это утверждение позволяет переносить знания, справедливые для одного уровня организации жизни, на другие. Мы полагаем, что человеческий гений вплотную подошёл к созданию принципиально нового способа получения энергии – молекулярной энергетике, основанной на использовании белковых структур.

Почва рассматривается не как тело природы, а как биологическое сообщество – педоценоз. Симбиоз двух равноценных биотических сообществ, обладающих противоположным знаком, вполне правомерен. Таким образом, ситуация переносится на уровень экологии. Растительный и почвенный покровы так плотно взаимодействуют, что обеспечивают друг друга ресурсами на 99%. Для нормального функционирования им нужна только солнечная энергия и 1% минерального вещества взамен ушедшего из экосистемы в геологический круговорот. Для этого вполне достаточно массы атмосферных выпадений и продуктов выветривания горных пород.

В экосистеме, рассматриваемой автором, отсутствуют отдельные растения, животные и мик-

роорганизмы, в ней нет привычных видов и популяций, почвы, атмосферы и литосферы. Зато есть общая масса экосистемы – экомасса, которая в циклическом режиме переходит из одного состояния в другое, совершая знакомый всем биологический круговорот вещества и энергии. Главная идея состоит в том, что основной круговорот совершается между растительностью и почвой. Экомасса состоит из трёх частей, которые представляют собой разнокачественные фазы состояния вещества экосистемы: биомассы, некромассы и минеральной массы. Все они присутствуют в экосистеме постоянно, циклично сменяя друг друга в круговороте вещества.

Экосистемы отличаются одна от другой общей массой, соотношением трёх её фаз и скоростью их последовательного перехода в цикле круговорота. Автор называет эти величины характерной массой, характерной структурой и характерным временем экосистемы. Этим подчёркивается динамичность параметров. Впечатление стабильности структуры экосистемы создаёт постоянная скорость круговорота. Стационарный режим функционирования экосистемы строго контролируется состоянием факторов среды (свет, тепло, влага).

Отстранённость от многочисленных и сложно связанных между собой деталей позволяет обнаружить в экосистеме самые общие и главные закономерности механизма её функционирования. Изменение факторов среды сначала изменяет скорость метаболизма экосистемы, а уже новый режим функционирования формирует новую структуру экосистемы, адекватную изменившимся условиям. На этом фоне становится очевидным принципиальное различие воздействий на экосистемы естественных и антропогенных факторов: первые действуют на функцию экосистемы, а вторые – на её структуру.

Все эти оригинальные положения вводятся для того, чтобы представить экосистему как объект управления, поскольку в качестве сверхзадачи автор ставит создание теории управления механизмом функционирования экосистем ради повышения не столько их продуктивности, сколько устойчивости к негативным воздействиям. На основе теории управления можно будет решать сложные экологические проблемы на уровне инженерных задач с учётом ближайших и отдалённых последствий.

Не вызывает возражений положение о трёх главных факторах беспокойства как признаках современного экологического кризиса: биоразнообразии и генофонде, природных ресурсах и качестве среды обитания человека. Отсюда следует, что человек сможет выжить как биологический вид при условии сохранения качества среды своего обитания. Человек вряд ли сумеет заметить природные процессы, но он вполне может

стимулировать нарушенные им звенья круговорота промышленными технологиями, может ослабить негативное воздействие на важные компоненты экосистем.

Хотелось бы подчеркнуть ещё один важный момент предлагаемой концепции – принципиальное отличие реакции на внешние воздействия организма и экосистемы. Организм отзывается на внешние воздействия изменением функций, а экосистема – изменением структуры. Эти различия в общем известны, но так чётко сформулированы впервые. Поэтому изменения видового состава экосистемы надо считать не катастрофой, а нормальной адаптивной реакцией на изменение факторов среды.

То же самое можно сказать о перманентной адаптации экосистем к меняющимся условиям среды. Это положение известно многим специалистам, изучающим динамику природных процессов, но в контексте книги оно воспринимается как закон природы.

К числу оригинальных предложений автора следует отнести метод суммирования разнокачественных факторов среды в единый показатель внешнего воздействия на функцию экосистемы. Разделив амплитуду каждого фактора на три диапазона в соответствии с реакцией экосистемы на его изменения, автор превращает их в безразмерные величины (оптимум, пессимум, экстремум) и далее, манипулируя ими, строит шкалу реакции экосистемы по градиенту сочетаний факторов среды.

В естественных условиях любая экосистема реагирует на всю совокупность факторов, а не на каждый из них в отдельности. Просто мы не умеем измерять и оценивать разные факторы в сравнимых единицах. Поэтому принцип оценки факторов по их влиянию на функции биоты выглядит привлекательным. На его основе вполне возможно оценивать и прогнозировать суммарный регулирующий эффект воздействия на экосистемы непрерывно меняющихся сочетаний факторов среды.

Заслуживает внимания выделение антропогенной продукции в особый класс третичной биологической продукции. Эту метафору автор использует для обозначения масштаба явления и его места в глобальном круговороте вещества. Действительно, все результаты деятельности человеческого сообщества (искусственные материалы и вещества, машины и механизмы, здания и сооружения) являются по существу биогенными (техногенными), то есть произведёнными живыми организмами для живых организмов. Глобальный масштаб этой продукции нарушает круговорот вещества в биосфере. Поэтому учёт её на уровне первичной и вторичной биологической продукции биосферы вполне правомерен. Что ка-

сается термина “третичная продукция”, то это всего лишь учётный номер очередного компонента круговорота вещества биогенного происхождения. Для балансовых расчётов такое допущение очень важно и полезно.

Главным следствием такой постановки вопроса является очень простая и ясная рабочая гипотеза бесконфликтного перехода биосферы в ноосферу. На самом деле причина экологического кризиса кроется в запредельном росте численности популяции одного вида, который создал не только дефицит первичной биологической продукции, но и избыток продуктов своей жизнедеятельности, то есть третичной продукции.

Естественные организмы-редуценты оказались неспособными разрушить эту продукцию и вернуть её в биологический круговорот. Её накопление нарушает цикл биологического круговорота и угрожает здоровью населения Земли. Для восстановления динамического равновесия и сохранения здоровой среды своего обитания человек должен сам позаботиться о способах ликвидации этого гигантского тромба. Поэтому утилизация отработавшей ресурс техногенной продукции – на данном этапе уже не частная санитарно-гигиеническая мера, а основа сохранения и под-

держания гомеостаза биосферы, гарантия выживания человека.

Книга содержит много новых, непривычных терминов, затрудняющих усвоение материала. Однако в современной биологии они давно прижились и широко используются в научном общении. В контексте данной книги они лишней раз подчёркивают новизну взглядов на предмет функциональной экологии, изучающей механизм функционирования экосистем как потенциальный объект управления. У нас мало времени, чтобы выйти из глобального экологического кризиса, но эта возможность ещё не полностью потеряна. Монография А.С. Керженцева оптимальна по своей сути и способствует обострению усилий людей для сохранения вида *Homo sapiens* на планете.

Идея функциональной экологии нова и плодотворна. Она заслуживает внимания самой широкой научной общественности и, на наш взгляд, вполне достойна создания в структуре РАН Института функциональной экологии.

Г.А. ЯГОДИН,
член-корреспондент РАН